

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-204591

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月4日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>  
C 2 2 C 38/00  
38/50  
38/54  
F 0 1 N 7/16

識別記号  
3 0 2

F I  
C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z  
38/50  
38/54  
F 0 1 N 7/16

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-11318

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月24日

(71) 出願人 000001258  
川崎製鉄株式会社  
兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 宮崎 淳  
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(72) 発明者 奥山 薫  
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れたエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼

(57) 【要約】

【課題】 経済性に優れ、耐熱性、加工性および溶接部のマフラー耐食性に優れたエンジン排気系の高温側ならびに低温側の部材に適用可能なフェライト系ステンレス鋼を得る。

【解決手段】 C : 0.02%未満、Si : 0.5 ~ 1.5 %未満、Mn : 0.2 %未満、Cr : 10~14%未満、Ni : 0.05~1.0 %未満、Ti : 0.05~0.3 %未満、Nb : 0.3 ~ 0.6%未満、P : 0.06%未満、S : 0.01%未満およびN : 0.020 %未満を含有し、残部は実質的にFeの成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織であるフェライト系ステンレス鋼。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 C : 0.02mass%未満、

Si : 0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn : 0.2mass %未満、

Cr : 10 mass %以上、14mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb : 0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020mass %未満

を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れたエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 2】 C : 0.02mass%未満、

Si : 0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn : 0.2mass %未満、

Cr : 10 mass %以上、14mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb : 0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020mass %未満

を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Cu : 0.02mass%以上、1.0mass %未満、

Zr : 0.05mass%以上、0.5mass %未満および

Al : 0.01mass%以上、0.5mass %未満

のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れたエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 3】 C : 0.02mass%未満、

Si : 0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn : 0.2mass %未満、

Cr : 10 mass %以上、14mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb : 0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020mass %未満

を含み、さらに

Mo : 0.01mass%以上、0.8mass %未満

を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れたエンジン排気部材用

フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 4】 C : 0.02mass%未満、

Si : 0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn : 0.2mass %未満、

Cr : 10 mass %以上、14mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb : 0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020mass %未満

を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Cu : 0.02mass%以上、1.0mass %未満、

Zr : 0.05mass%以上、0.5mass %未満および

Al : 0.01mass%以上、0.5mass %未満

のうちから選んだ1種または2種以上と

Mo : 0.01mass%以上、0.8mass %未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れたエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 5】 C : 0.02mass%未満、

Si : 0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn : 0.2mass %未満、

Cr : 10 mass %以上、14mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti : 0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb : 0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020mass %未満

を含み、さらに

B : 0.0002mass%以上、0.005mass %未満および

Ca : 0.001mass %以上、0.03mass%未満

を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れたエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 6】 C : 0.02mass%未満、

Si : 0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn : 0.2mass %未満、

Cr : 10 mass %以上、14mass%未満、

Ni : 0.05mass%以上、1.0mass %未満

Ti : 0.05mass%以上、0.3mass %未満

Nb : 0.3 mass%以上、0.6mass %未満

P : 0.06mass%未満、

S : 0.01mass%未満および

N : 0.020mass %未満

を含み、さらに

V : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、  
 Cu : 0.02mass%以上、1.0mass %未満、  
 Zr : 0.05mass%以上、0.5mass %未満および  
 Al : 0.01mass%以上、0.5mass %未満  
 のうちから選んだ1種または2種以上と  
 B : 0.0002mass%以上、0.005mass %未満および  
 Ca : 0.001mass %以上、0.03mass%未満  
 とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成  
 になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性お  
 よび溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材  
 用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項7】 C : 0.02mass%未満、  
 Si : 0.5 mass%以上、1.5mass %未満、  
 Mn : 0.2mass %未満、  
 Cr : 10 mass %以上、14mass%未満、  
 Ni : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、  
 Ti : 0.05mass%以上、0.3mass %未満、  
 Nb : 0.3 mass%以上、0.6mass %未満、  
 P : 0.06mass%未満、  
 S : 0.01mass%未満および  
 N : 0.020mass %未満  
 を含み、さらに  
 Mo : 0.01mass%以上、0.8mass %未満  
 と  
 B : 0.0002mass%以上、0.005mass %未満および  
 Ca : 0.001mass %以上、0.03mass%未満  
 とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成  
 になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性お  
 よび溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材  
 用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項8】 C : 0.02mass%未満、  
 Si : 0.5 mass%以上、1.5mass %未満、  
 Mn : 0.2mass %未満、  
 Cr : 10 mass %以上、14mass%未満、  
 Ni : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、  
 Ti : 0.05mass%以上、0.3mass %未満、  
 Nb : 0.3 mass%以上、0.6mass %未満、  
 P : 0.06mass%未満、  
 S : 0.01mass%未満および  
 N : 0.020mass %未満  
 を含み、さらに  
 V : 0.05mass%以上、1.0mass %未満、  
 Cu : 0.02mass%以上、1.0mass %未満  
 Zr : 0.05mass%以上、0.5mass %未満および  
 Al : 0.01mass%以上、0.5mass %未満  
 のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、かつ  
 Mo : 0.01mass%以上、0.8mass %未満  
 と  
 B : 0.0002mass%以上、0.005mass %未満および  
 Ca : 0.001mass %以上、0.03mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成  
 になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性お  
 よび溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材  
 用フェライト系ステンレス鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、自動車の排気部  
 材の用途に適したフェライト系ステンレス鋼に関するも  
 ので、とくに、高耐熱性が要求されるエンジンに近い部  
 位からマフラーのような耐食性が要求される部位までに  
 適用することを想定した耐熱性および溶接部のマフラー  
 耐食性に優れ、かつ経済性にも優れるエンジン排気部材  
 用フェライト系ステンレス鋼を提案するものである。

【0002】

【従来の技術】フェライト系ステンレス鋼は、オーステ  
 ナイト系ステンレス鋼に比し安価であることから、自動  
 車の排気系部材に多用されている。

【0003】自動車の排気系環境のうち、排気マニホー  
 ルドのように温度が900℃を超える程度にまで上昇する  
 部位では優れた耐熱性が必要であり、このためSUS430J1  
 L(19Cr-0.4Si-0.4Nb-0.5Cu)がおもに使用されてきた。  
 一方、マフラーに代表されるように、排気温度が比較的  
 低い部位では、排ガスの凝縮液がたまりやすく、この凝  
 縮液によるマフラー腐食が問題になっており、18Cr材(1  
 8Cr-0.1Si-0.2Ti)が主として使用されはじめている。

【0004】このように、自動車の排気系に使用される  
 材料は、高温側と低温側とにおいて、全く異なる特性が  
 要求され、材料を区別して使用しなければならないとい  
 う問題とともに、いずれの材料も、高Cr鋼のためコスト  
 高となるという問題があった。

【0005】さらに近年、

① 燃費向上のため、排気温度が上昇する。  
 ② 静粛性向上のため、サブマフラーを採用しており、  
 その位置は従来よりも排気系の上流部に位置するので、  
 これらのマフラー等の部材は600℃程度の温度まで上昇  
 する。このような温度は、ステンレス鋼の鋭敏化(Cr炭  
 窒化物の析出によるCr欠乏層の出現)を促進させ、その  
 ため、従来(400℃程度の温度)よりもさらにマフラー腐  
 食環境が過酷になり(冷却時に排気ガスの凝縮液が溜ま  
 り腐食する)、18Cr材でも耐食性が不十分な場合が生  
 じ、特に、溶接部での腐食が著しいことがわかってき  
 た。そこで、高温部から低温部まで適用可能で、かつ安  
 価で、さらに特性が従来より優れた材料の開発が強く望  
 まれていた。

【0006】また、材料供給側にとっても材料統一は管  
 理および生産効率の点で大きなメリットであり、材料の  
 供給者、使用者いずれにも統一材料の開発の必要性があ  
 ったにもかかわらず、現状では、そのような材料は存在  
 していなかった。

【0007】なお、排気部材は鋼板を成形加工して製作

されることから、加工を容易にするために加工性に優れていることも要求特性の一つである。

【0008】つぎに、従来技術のうち、高温側部材を想定した開示例について以下に述べる。

【0009】たとえば、特開平8-60306号公報（自動車排気系部材用フェライトステンレス鋼）には、排気系部材を一つの鋼種に一体化することを目的としたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。しかしながら、その記載内容（第3頁、〔0017〕）によれば、排気マニホールド、フロントパイプおよびセンターパイプに兼用可能であることが明記されていて、これは排気系高温部位の材料統一を想定しているものであって、低温部位のマフラーまでを想定したものではないことは明らかである。

【0010】したがって、この開示例は、Si: 0.6 ~ 1.5mass %（以下単に%であらわす）、Cr: 16 ~ 22%のように比較的高いSiおよびCrレベルであっても、マフラー材のような腐食環境には耐え得ないことを示唆していると考えられるものであり、実際に発明者ら実験によっても、高Cr化した場合ではマフラー材への適用は不適であることが確かめられている。

【0011】特開昭57-85960号公報（改良された靱性および溶接性を有するフェライト系ステンレス鋼）には、Cb(Nb)とAlとの複合添加鋼が開示されている。しかし、この鋼は、Tiを不可避免的残留レベルに維持しており、マフラー用を想定していないためマフラー腐食に対するTiの効果の認識がない。そのため、発明例、比較例いずれの鋼も溶接部のマフラー耐食性は劣り、排気系の高温側から低温側にわたって適用する材料としては特性不足である。

【0012】特開平6-248394号公報（耐高温塩害腐食性に優れた自動車排気系機器用フェライトステンレス鋼）には、フロントパイプおよびセンターパイプでの使用を考慮した耐高温塩害特性に優れたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。

【0013】しかし、その明細書にも明記されている（第3頁、0020）とおり、溶接部の耐食性向上のためTi、Nbを添加するとしており、それらの効果はそれぞれ等価なものとの認識であり、溶接部のマフラー耐食性に大きく影響するTi-Nbの複合添加の効果が認識されていない。そのため、実施例における発明鋼、比較鋼のいずれもNb単独添加の例があるだけである。加えて、溶接部のマフラー耐食性に及ぼすMnの影響も認識されていないため、実施例における発明鋼、比較鋼いずれもが0.28%以上の高いMnレベルである。したがって、Nbの単独添加でこのような高いMnレベルでは、十分な溶接部のマフラー耐食性が得られることはなく、低温側部材用は不適である。

【0014】なお、発明者らの実験によれば、Si量が比較的低レベル（0.4%以下）の場合、Mn量が比較的高いレ

ベルの場合、TiまたはNbの単独添加の場合などでは十分な溶接部のマフラー耐食性を得ることは難しいとの知見を得ている。

【0015】米国特許第4417921号明細書(Welded ferritic stainless steel article)にはCb(Nb)とTiとの効果を等価とする溶接フェライト系ステンレス鋼材が開示されているが、その実施例および比較例の鋼の成分組成を見ると、Si量の記載がなく、Tiの単独添加であり、さらにMn量は0.29%以上の高いレベルであることから、このような成分組成のフェライト系ステンレス鋼では、十分な溶接部のマフラー耐食性を得ることができなく、低温側部材用は向かない。なお、発明者らの実験によれば、TiあるいはNbの単独添加鋼では溶接部のマフラー耐食性の向上が困難であることが確かめられている。

【0016】一方、低温側部材を想定した技術として、1%以上のMoを含有させた特開平5-112848号公報（耐全面腐食性と耐局部腐食性の優れた自動車排気系ステンレス鋼）が提案開示されている。これは、特にマフラー腐食を念頭におき、母材部の耐食性を向上させるものである。

【0017】ここで、マフラー腐食で問題となる部位は、その成形加工上必然的に生じる溶接部である。すなわち、溶接部での著しい腐食を起点とし、外部応力によって亀裂が伝播し、溶接部が破断に至ることが最大の問題点であり、母材の腐食レベルは溶接部に比し軽微であるため、母材の耐食性はマフラーの寿命に大きく影響しない。

【0018】このように、溶接部が最も腐食が激しいため、この溶接部での腐食ピットの発生を低減することによって破断の起点の発生を防止すればよいのであるが、特開平5-112848号公報で開示されているようなMoの添加では、溶接部の腐食にはほとんど効果がないと同時にコスト面でも不利となる。

【0019】また、溶接部の耐食性を向上させるのに、TiやNb等の安定化成分を添加することは公知であり、上記の特開平5-112848号公報においてもTi、Nbの添加理由が溶接部の耐粒界腐食性の向上の点から記述されている。しかしながら、近年になっても依然として発生するマフラー腐食の問題は、溶接部の著しい腐食を起点とする溶接部の破断であることがあきらかとなっており、単にMo、TiおよびNbの添加のみでは、溶接部のマフラー耐食性が十分でないことも判明している。

【0020】この理由は、特開平5-112848号公報にも記載されているように、排ガス凝縮液はpHがおよそ9から1程度まで極端に変化するため、このような環境下では単にMo、TiおよびNbを添加するのみでは、溶接部のマフラー耐食性に対して十分でなかったものと考えられる。

【0021】また、排ガス凝縮液には亜硝酸、蟻酸が含有されており、このようなイオンに対して考慮した材料開発がなされていなかったため、現時点でも溶接部のマ

フラー耐食性に優れた安価な材料がなかったのである。なお、このような腐食環境下では、高Cr化、TiまたはNbの単独添加は驚くことにその効果は小さいのである。

【0022】加えて、上記の特開平5-112848号公報では、1%以上のMo添加によるコスト上昇も問題になっているのが現状である。

【0023】このように、これまで溶接部のマフラー耐食性を考慮した材料開発がなされていなかったため、現時点でも、マフラー耐食性に優れた安価な材料の出現がないことから、溶接部のマフラー耐食性の向上と低Cr化等によるコスト低減が強く求められているのである。

【0024】ついで、特開平4-228547号公報（耐粒界腐食性、造管性および高温強度に優れたフェライト系ステンレス鋼）には、NbやTiを添加してC、Nを固定することによる耐粒界腐食性の向上と高温強度等の向上などを目的としたフェライト系ステンレス鋼が提案開示されている。

【0025】これは耐粒界腐食性の向上をはかっているものの、その耐粒界腐食性は単にシュトラウス試験で評価しているだけであり、この試験法では、従来の知見と同様に、TiやNbのようなC、Nを固定する成分を添加すれば耐粒界腐食性が向上するとの評価がでるだけであり、このような試験法ではマフラー耐食性を評価することは困難である。なぜならば、マフラー腐食は、上記したように排ガス凝縮液のpHが9から1まで極端に変化し、加えてその凝縮液には亜硝酸や蟻酸が含まれるなど特有の腐食環境にあり、シュトラウス試験での評価ではマフラー耐食性をシミュレートしてないためである。

【0026】したがって、特開平4-228547号公報では、低SiのTi-Nb複合添加材がシュトラウス試験で優れた特性を示しているが、このような低Si材で実際のマフラー耐食性の向上をはかることは困難である。

【0027】以上、耐熱性および加工性に優れ、かつ溶接部のマフラー耐食性にも優れる安価な材料の強い開発要請があったにもかかわらず、これまで、その要請に適應できる材料の出現は全くなかったのである。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、前記した問題点を有利に解決しようとするものであり、エンジン排気系の高温側部材と低温側部材との材料統一をねらいとし、優れた耐熱性、加工性を有し、かつ従来マフラーに使用されていた18Cr-0.2Tiのフェライト系ステンレス鋼よりも優れた溶接部の耐食性を有し、省Mo、低Cr鋼をベースとする安価で高温側にも低温側にも使用できるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼を提案することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】エンジン排気部材用に必要とされる耐熱性（高温強度）は、Nb添加で向上することが知られており、また加工性も適量のNb添加によって

向上することから、含有量が0.3%以上のNb材をベースとして、おもに溶接部のマフラー耐食の向上について詳細に実験・検討を行い、この発明を達成した。すなわち、この発明の要旨は以下の通りである。

【0030】①C：0.02mass%未満、

Si：0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn：0.2mass %未満、

Cr：10 mass %以上、14mass%未満、

Ni：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti：0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb：0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P：0.06mass%未満、

S：0.01mass%未満および

N：0.020mass %未満

を含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第1発明）。

【0031】②C：0.02mass%未満、

Si：0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn：0.2mass %未満、

Cr：10 mass %以上、14mass%未満、

Ni：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti：0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb：0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P：0.06mass%未満、

S：0.01mass%未満および

N：0.020mass %未満

を含み、さらに

V：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Cu：0.02mass%以上、1.0mass %未満、

Zr：0.05mass%以上、0.5mass %未満および

Al：0.01mass%以上、0.5mass %未満

のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第2発明）。

【0032】③C：0.02mass%未満、

Si：0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn：0.2mass %未満、

Cr：10 mass %以上、14mass%未満、

Ni：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti：0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb：0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P：0.06mass%未満、

S：0.01mass%未満および

N：0.020mass %未満

を含み、さらに

Mo：0.01mass%以上、0.8mass %未満

を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第3発明）。

【0033】④C：0.02mass%未満、

Si：0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn：0.2mass %未満、

Cr：10 mass %以上、14mass%未満、

Ni：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti：0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb：0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P：0.06mass%未満、

S：0.01mass%未満および

N：0.020mass %未満

を含み、さらに

V：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Cu：0.02mass%以上、1.0mass %未満、

Zr：0.05mass%以上、0.5mass %未満および

Al：0.01mass%以上、0.5mass %未満

のうちから選んだ1種または2種以上と

Mo：0.01mass%以上、0.8mass %未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第4発明）。

【0034】⑤C：0.02mass%未満、

Si：0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn：0.2mass %未満、

Cr：10 mass %以上、14mass%未満、

Ni：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti：0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb：0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P：0.06mass%未満、

S：0.01mass%未満および

N：0.020mass %未満

を含み、さらに

B：0.0002mass%以上、0.005mass %未満および

Ca：0.001mass %以上、0.03mass%未満

を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第5発明）

【0035】⑥C：0.02mass%未満、

Si：0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn：0.2mass %未満、

Cr：10 mass %以上、14mass%未満、

Ni：0.05mass%以上、1.0mass %未満

Ti：0.05mass%以上、0.3mass %未満

Nb：0.3 mass%以上、0.6mass %未満

P：0.06mass%未満、

S：0.01mass%未満および

N：0.020mass %未満

を含み、さらに

V：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Cu：0.02mass%以上、1.0mass %未満、

Zr：0.05mass%以上、0.5mass %未満および

Al：0.01mass%以上、0.5mass %未満

のうちから選んだ1種または2種以上と

B：0.0002mass%以上、0.005mass %未満および

Ca：0.001mass %以上、0.03mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第6発明）。

【0036】⑦C：0.02mass%未満、

Si：0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn：0.2mass %未満、

Cr：10 mass %以上、14mass%未満、

Ni：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti：0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb：0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P：0.06mass%未満、

S：0.01mass%未満および

N：0.020mass %未満

を含み、さらに

Mo：0.01mass%以上、0.8mass %未満

と

B：0.0002mass%以上、0.005mass %未満および

Ca：0.001mass %以上、0.03mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第7発明）。

【0037】⑧C：0.02mass%未満、

Si：0.5 mass%以上、1.5mass %未満、

Mn：0.2mass %未満、

Cr：10 mass %以上、14mass%未満、

Ni：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Ti：0.05mass%以上、0.3mass %未満、

Nb：0.3 mass%以上、0.6mass %未満、

P：0.06mass%未満、

S：0.01mass%未満および

N：0.020mass %未満

を含み、さらに

V：0.05mass%以上、1.0mass %未満、

Cu：0.02mass%以上、1.0mass %未満

Zr：0.05mass%以上、0.5mass %未満および

Al：0.01mass%以上、0.5mass %未満

のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、かつ

Mo：0.01mass%以上、0.8mass %未満

と

B : 0.0002mass%以上、0.005mass %未満および

Ca : 0.001mass %以上、0.03mass%未満

とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の成分組成になり、全温度域でフェライト単相組織である耐熱性および溶接部のマフラー耐食性に優れるエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼（第8発明）。

【0038】

【発明の実施の形態】この発明を達成するに至った実験・検討結果について記述する。

【0039】まず、マフラーの寿命を支配する因子について述べる。マフラーの耐久性で問題となるのは、おもに溶接部の破断である。溶接部が母材部より耐食性に劣るのは公知であり、さらに溶接部に応力が最も集中することも明らかである。したがって、母材のみが優れた耐食性を示しても、最も腐食されやすい部分は溶接部であり、かつ溶接部が最も集中応力を受けるため、腐食ピット部分での大きな応力が破断を誘発する。

【0040】特に近年、排気温度が上昇し、溶接部の温度が600℃程度まで上昇するケースもあることから、溶接部のこのような再加熱による耐食性の劣化を考慮して、マフラー耐食性の向上をはかる必要がある。

【0041】そこで、実車での調査結果を交えて腐食試験条件について種々検討した結果、腐食試験前の試験片に600℃・5時間の熱処理を行うことと、合成した排ガス凝縮液を採用することとで、現実の腐食によくシミュレートできることが明らかとなった。

【0042】このような実車での調査を交えた検討結果をもとに、溶接部のマフラー耐食性の向上を詳細に実験・検討した結果、以下に述べるように極めて重要な知見を得た。

【0043】(1)・母材部は溶接部より耐食性が良好なことは明らかであるが、母材部の耐食性が良好な材料は、溶接部との耐食性の差が大きく溶接部に腐食が集中し、そのため溶接部の耐食性の向上が困難であることがわかった。そして図1に示すように、高Cr材に比し母材の耐食性が劣る低Cr材(10～14%Cr)が溶接部のマフラー耐食性の向上に有利であることが明らかとなった。

【0044】(2) また、低Cr(11%Cr)のTi-Nb 複合添加鋼において、図2に示すようにSiを0.5%以上含有させて低Mn化することで、溶接部のマフラー耐食性は著しく向上し、驚くことにその耐食性は18Cr-0.2Ti鋼よりも優れている。

【0045】なお、上記において、母材部の耐食性は18Cr-0.2Ti鋼の方が優れているが、溶接部の浸食深さは母材部に比し著しく深く劣っている。そこでマフラーの耐久性は、最も腐食の激しい部分が問題となるのであるから、溶接部の浸食深さで評価すべきである。したがって、上記低CrのTi-Nb 複合添加鋼は18Cr-0.2Ti鋼よりも優れる耐食性を有しているといえる。

【0046】これは、上記低CrのTi-Nb 複合添加鋼の溶接部のスケールが適量のSi、TiとNbとの複合添加および低Mn化により強化された結果、その溶接部の耐食性が母材部に近づき、溶接部に腐食が集中しなかったためと推定される。一方、18Cr-0.2Ti鋼の場合は、母材部が著しく優れる耐食性を有するため、腐食が溶接部に集中し、結果として溶接部のマフラー耐食性が劣ったものと推定できる。

【0047】(3) さらに、V、Cu、ZrまたはAlのうちの1種以上を比較的少量含有させることにより、溶接部のマフラー耐食性がより向上することがわかった。

【0048】ここで、図1および図2は、TiおよびNbの複合添加を含む種々の成分組成に調製した鋼素材を、それぞれ、熱間圧延-冷間圧延-1000℃の温度での仕上げ焼鈍の工程により板厚：2mmの冷延焼鈍板とし、その後、これらの冷延焼鈍板にビードオン方式のTIG溶接を施したのち600℃・5時間加熱したそれぞれのサンプルについて、マフラー腐食環境をシミュレートして合成した排ガス凝縮液を用いて腐食試験を行った溶接部のマフラー耐食性（浸食深さ）の調査結果をもとにしたものであり、図1はCr含有量と溶接部浸食深さとの関係のグラフ、図2はSi含有量およびMn含有量と溶接部浸食深さとの関係のグラフである。

【0049】以上、この発明は上記新規知見により、優れる耐熱性、加工性および溶接部のマフラー耐食性を有するエンジン排気部材用フェライト系ステンレス鋼を開発するに至ったものである。

【0050】つぎに、この発明の成分組成の限定理由について述べる。

【0051】C : 0.02%未満

Cは、靱性および加工性を劣化させる成分であり、含有量が0.02%以上になると靱性および加工性の劣化が顕著となるため、その含有量は0.02%未満とする。また、靱性および加工性をより向上させるためにはその含有量は低ければ低いほどよく、望ましくは0.01%以下がよい。

【0052】Si : 0.5～1.5%未満

Siは、この発明にとって重要な成分の一つである。耐熱性の向上に有効なほか、前掲図2に示したように、0.5%以上含有させると、溶接部のマフラー耐食性は著しく向上し、その耐食性は従来鋼(18Cr-0.2Ti)レベル以上に達する。これは、溶接部に生成するスケールがこのようなSi量とTi-Nbの複合添加ならびに低Mn化とあいまって強固なものとなり、また、母材と溶接部との耐食性レベルとの差が比較的小さい成分系であるため溶接部に腐食が集中しなくなることなどから、良好なマフラー耐食性を示すものと考えられるが、詳細は不明である。一方、含有量が1.5%以上になると加工性の劣化が激しくなる。したがって、その含有量は0.5%以上、1.5%未満とするが、好ましくは0.6%以上、1.3%以下であり、さらに好ましく0.8%以上、1.0%以下である。



## 【0053】Mn: 0.2 %未満

Mnは、特にその含有量がこの発明にとって重要な成分である。一般に、鋼の脱酸剤として知られているが、過剰な添加はMnSを形成し、加工性を低下させる。前掲図2に示したように、特に溶接部のマフラー耐食性への影響が大きく、含有量が0.2 %未満でその耐食性は向上する。したがって、その含有量は低いほど好ましく0.2 %未満とするが、好ましくは0.15%未満である。

## 【0054】Cr: 10~14%未満

Crは、ステンレス鋼の基本特性である耐食性を向上させる成分であるが、前掲図1に示したように、溶接部のマフラー耐食性には多すぎると有害となり、かつ、コスト高となるため含有量を14%未満に制限する。一方、含有量が10%未満では溶接部のマフラー耐食性が著しく劣化する。したがって、その含有量は10%以上、14%未満とするが、特に溶接部のマフラー耐食性の観点から、10%以上、12%以下とすることが好ましい。

## 【0055】Ni: 0.05~1.0 %未満

Niは、溶接部のマフラー耐食性を向上させる効果があり、その効果の発現のため0.05%以上含有させる。一方、1.0 %以上含有させると、フェライト組織を不安定にし、また耐食性に対する効果も飽和する。したがって、その含有量は0.05%以上、1.0 %以下とするが、好ましくは0.1 %以上、0.8 %以下、より好ましくは0.5 %以上、0.8 %以下である。

## 【0056】Ti: 0.05~0.3 %未満

Tiは、この発明にとって重要な成分の一つである。Nb添加鋼に0.05%以上含有させることによって溶接部のマフラー耐食性は著しく向上する。この理由はあきらかではないが、溶接時に発生するスケールの組成をNbと複合添加したときの微量Tiが変化させているのではないかと考えている。しかしながら、0.3 %以上含有させると溶接部のマフラー耐食性は劣化する。この理由としては、TiはNbやAlよりもNと結合しやすく、大気中のNを吸収しやすく、過剰なTiは、溶接時に大気からNやさらにはCを吸収し、溶接部のマフラー耐食性を低下させるのではないかと考えられる。さらに、含有量が0.3 %以上では、TiNによる表面性状の劣化も著しくなる。したがって、その含有量は0.05%以上、0.3 %未満とする。

## 【0057】Nb: 0.3 ~0.6 %未満

Nbは、高温強度、加工性および溶接部のマフラー耐食性を高める効果を有する重要な成分であり、その効果を発現するためには0.3 %以上含有させることが必要である。しかしながら、0.6 %以上含有させると多量のラーベス相が析出し、室温での強度を著しく高め、成形性、加工性および溶接部のマフラー耐食性を劣化させる。したがって、その含有量は0.3 %以上、0.6 %未満とするが、好ましくは0.45%超え、0.6 %未満であり、さらに好ましくは0.5 %以上、0.6 %未満である。

## 【0058】P: 0.06%未満

Pは、不可避免的不純物として鋼中に含有される成分であり、少なければ少ないほど好ましいが、脱りん処理をするとコスト高となり、この意味からは低P化しない方が有利である。この発明の場合含有量が0.06%未満であれば許容できる。したがって、その含有量は0.06%未満とする。

## 【0059】S: 0.01%未満

Sは、Pと同様に不可避免的不純物として鋼中に含有される成分であり、脱硫処理するとその分コスト高となる。このコスト面からは低S化しない方が有利である。この発明の場合含有量が0.01%未満であれば許容できる。したがって、その含有量は0.01%未満とする。

## 【0060】N: 0.020 %未満

Nは、鋼の靱性および加工性を劣化させる成分であり、その含有量は少なければ少ないほどよく、含有量が0.020 %以上になると靱性および加工性の劣化が顕著となる。したがって、その含有量は0.020 %未満とする。

## 【0061】V: 0.05~1.0 %未満

Vは、任意添加成分であり0.05%以上含有させると溶接部のマフラー耐食性が向上する。しかし、1.0 %以上含有させると加工性が劣化する。したがって、その含有量は0.05%以上、1.0 %未満がよく、望ましくは0.05%以上、0.2 %未満がよい。

## 【0062】Cu: 0.02~1.0 %未満

Cuは、Vと同効の任意添加成分であり、0.02%以上含有させると溶接部のマフラー耐食性が向上する。しかし、1.0 %以上含有させると加工性が劣化する。したがって、その含有量は0.02%以上、1.0 %未満とすることがよく、好ましくは0.15%超え、1.0 %未満である。さらに好ましくは0.3 %を超え、1.0 %未満がよい。

## 【0063】Zr: 0.05~0.5 %未満

Zrは、V、Cuと同効の任意添加成分であり、0.05%以上含有させると、溶接部のマフラー耐食性が向上するが、含有量が0.5 %以上になると加工性が劣化する。したがって、その含有量は0.05%以上、0.5 %未満がよい。

## 【0064】Al: 0.01~0.5 %未満

Alは、V、Cu、Zrと同効の任意添加成分であり、0.01%以上含有させると溶接部のマフラー耐食性はさらに向上する。この理由は明確ではないが、Alは酸化されやすい成分であるため、十分にAlを含有させることは、溶接時のアルミナ被膜が大気中からのN、Cの吸収を防止する効果を有するためと考えられる。しかし、0.5 %以上含有させると加工性の劣化が著しくなる。したがって、その含有量は0.01%以上、0.5 %未満がよい。なお、一般に鋼の脱酸剤として用いられ、不可避免的に含有されてしまう場合があるが、この場合特に悪影響はなく、上記したように適量含有させることにより溶接部のマフラー耐食性を向上できる。また、この発明では、脱酸剤としてSiを含有しているので、Al脱酸は任意である。

## 【0065】Mo: 0.01~0.8 %未満



Moは、固溶強化成分で、高温強度の向上に有効であり、特に高温強度を高めたい場合に添加するとよい。その効果は含有量が0.01%以上で発現するが、0.8 %以上と過剰に含有させることはMoが高価な成分であるのでコスト高を招く。したがって、その含有量は0.01%以上、0.8 %未満がよい。

【0066】B：0.0002～0.005 未満

Bは、加工性の向上に有効であり、特に高度な加工性が要求される場合添加するとよい。その効果は含有量が0.0002%以上で現れるが、0.005 %以上になると多量のBNの生成により逆に靱性が劣化する。したがって、その含有量は0.0002%以上、0.005 %未満がよい。

【0067】Ca：0.001 ～0.03%未満

Caは、スラブ鑄造時において、Ti系介在物によるノズル詰まりを抑制する成分で、その効果は含有量として0.001 %以上から現れるので0.001 %以上含有させることは一向に差し支えない。しかしながら、0.03%以上含有させてもその効果が飽和するばかりでなく、Caを含む介在

物が孔食の起点となり耐食性を劣化させるので、その含有量上限は0.03%未満がよい。

【0068】さらに、上記の成分組成に調製されたこの発明の対象とする鋼は、溶接部のマフラ耐食性を高めるため、溶接部もフェライト単相組織でなければならない。このため、鋼の金属組成は全温度域でフェライト単相組織であることを必要とする。なお、溶接部にフェライト- マルテンサイトの混相組織が生じた場合耐食性は劣化する。

【0069】

【実施例】表1および2に示す種々の成分組成になる鋼を溶製したのちスラブとなし、1250℃の温度に加熱後、熱間圧延によりそれぞれ板厚：5mmの熱延板とした。その後これらの熱延板に酸洗-冷間圧延-1000℃の温度での仕上げ焼鈍-酸洗を順次施し、それぞれ板厚：2mmの冷延焼鈍板とした。

【0070】

【表1】

順号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Nb	Al	P	S	N	Cu	Mo	その他	備考
1	0.005	0.61	0.13	11.7	0.51	0.12	0.36	0.013	0.034	0.004	0.008	—	—		適合額
2	0.005	0.81	0.1	11.5	0.51	0.1	0.34	0.055	0.034	0.004	0.007	0.41	—	V/0.07	"
3	0.005	1.23	0.09	11.5	0.52	0.15	0.46	0.041	0.031	0.004	0.009	—	—		"
4	0.005	1.48	0.09	11.5	0.66	0.15	0.46	0.023	0.034	0.003	0.009	—	—		"
5	0.005	1.23	0.04	11.4	0.55	0.14	0.47	0.123	0.033	0.004	0.009	—	—		"
6	0.005	1.19	0.05	11.4	0.55	0.13	0.48	0.021	0.035	0.004	0.008	—	0.55		"
7	0.006	1.18	0.04	11.5	0.53	0.15	0.48	0.033	0.041	0.006	0.008	0.23	—		"
8	0.006	0.98	0.03	13.9	0.54	0.14	0.52	0.018	0.036	0.004	0.008	0.18	0.12		"
9	0.005	1.15	0.08	12.4	0.61	0.13	0.49	0.011	0.032	0.005	0.007	—	—	Zr/0.15	"
10	0.008	1.25	0.13	11.5	0.51	0.15	0.49	0.023	0.039	0.005	0.009	0.43	—		"
11	0.006	1.18	0.09	11.6	0.05	0.15	0.35	0.003	0.031	0.004	0.008	—	—		"
12	0.008	1.18	0.08	11.5	0.22	0.16	0.38	0.024	0.036	0.004	0.009	—	—	V/0.08	"
13	0.005	1.18	0.09	11.6	0.83	0.18	0.52	0.031	0.017	0.004	0.008	—	—		"
14	0.006	0.95	0.18	11.5	0.64	0.18	0.42	0.022	0.033	0.004	0.009	—	—		"
15	0.008	1.12	0.09	11.5	0.65	0.18	0.42	0.031	0.033	0.004	0.008	—	—	Ca/0.0018	"
16	0.008	1.19	0.09	11.3	0.52	0.25	0.48	0.021	0.031	0.004	0.009	—	—	B/0.0005	"
17	0.008	1.13	0.07	11.2	0.53	0.12	0.55	0.055	0.033	0.003	0.007	0.16	0.15	B/0.0008	"
18	0.008	0.63	0.18	11.8	0.51	0.09	0.41	0.012	0.031	0.003	0.008	0.38	—	Ca/0.0015 V/0.10	"

【0071】

【表2】

配号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Nb	Al	P	S	N	Cu	Mo	備考
A	0.006	0.4*	0.13	11.6	0.52	0.15	0.48	0.04	0.024	0.005	0.008	—	—	比較鋼
B	0.005	1.91*	0.09	11.5	0.63	0.18	0.45	0.022	0.022	0.004	0.009	—	—	”
C	0.005	1.34	0.08	11.3	0.52	0.53*	0.46	0.003	0.025	0.002	0.008	—	—	”
D	0.006	0.70	0.26*	11.5	0.53	0.16	0.48	0.003	0.029	0.004	0.009	—	—	”
E	0.008	1.25	0.16	11.5	0.54	0.14	0.63*	0.021	0.031	0.004	0.009	—	—	”
P	0.006	0.81	0.09	11.2	1.15*	0.18	0.52	0.035	0.026	0.002	0.008	—	—	”
G	0.006	0.2*	0.08	12.6	0.66	0.15	0.08*	0.001	0.029	0.003	0.009	—	—	”
H	0.006	0.19*	0.08	11.1	0.51	<0.001*	0.55	0.001	0.027	0.004	0.008	—	—	”
I	0.007	1.21	0.09	11.1	0.53	0.35*	—*	0.008	0.041	0.006	0.012	—	—	”
J	0.012	0.35*	0.45*	11.5	0.06	0.261	—*	0.002	0.026	0.005	0.009	—	—	従来鋼(SUH409L)
K	0.006	0.13*	0.15	18.3*	0.12	0.231	—*	0.001	0.035	0.004	0.008	—	—	”(18Cr-0.2Ti)
L	0.015	0.41*	0.45*	19.2*	0.04*	<0.001*	0.42	0.002	0.032	0.003	0.012	0.45	—	”(SUS430J1L)

注：\*印はこの発明の限定範囲を外れるもの

【0072】かくして得られた各冷延焼鈍板について、以下に示す方法により高温強度、室温での加工性および溶接部のマフラー耐食性をそれぞれ評価した。

#### 【0073】・高温強度

板状（板厚：2mm）試験片を用いて、0.3 %／分の歪み速度で引張り、900 °Cの温度での0.2 %耐力を測定した。なお、下記する表3には

18MPa 以上をAA

15MPa 以上、18MPa 未満をA

10MPa 以上、15MPa 未満をB

10MPa 未満をC

として示した。

#### 【0074】・室温での加工性

加工性の指標として伸び(EI)を選択し、圧延方向に対して、0°、45° および90° 方向のJIS 13号B形状の引張試験片でそれぞれEI<sub>0</sub>、EI<sub>45</sub>およびEI<sub>90</sub>を測定し

$$EI = (EI_0 + 2 \times EI_{45} + EI_{90}) / 4$$

の式によりEIを算出した。なお、下記する表3には

35%以上をA

35%未満をB

として示した。

【0075】・溶接部のマフラー耐食性

溶接は、板面（板厚：2mm）にビードオン方式で下記条件のTIG 溶接を行った。

溶接速度：600 mm/min

溶接電流：200 A

雰囲気：溶接面にAr：15 l/minで吹き付け

この溶接後は、大気中で600℃の温度で5時間加熱した。

【0076】このようにして得られた500mm×100mmの溶接サンプルを図3の腐食試験方法を示す説明図のように、ピーカー内に吊り下げて腐食溶液に浸漬－蒸発を繰

り返す繰り返し蒸発試験を行い、これらの腐食試験片について、それぞれ浸食深さを測定し、浸食深さの深い5点の平均値で耐食性を評価した。

【0077】なお、腐食溶液の液組成は、マフラー腐食環境をシミュレートするため、 $\text{Cl}^-$ ：250、 $\text{NO}_2^-$ ：100、 $\text{NO}_3^-$ ：20、 $\text{CO}_3^{2-}$ ：2000、 $\text{SO}_3^{2-}$ ：1250、 $\text{SO}_4^{2-}$ ：1250、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ：400、 $\text{HCHO}$ ：250および $\text{HCOO}^-$ ：100（単位はPPm）とし、PH:8.5とした。

【0078】かくして得られた評価結果を表3にまとめて示す。

【0079】

【表3】

鋼記号	高温強度 (900℃)(°1)	加工性 (°2)	マフラー耐食性 (溶接部)(mm)	備 考
1	A	A	0.67	適 合 例
2	A	A	0.63	"
3	A	A	0.55	"
4	A	A	0.52	"
5	A	A	0.39	"
6	AA	A	0.40	"
7	A	A	0.41	"
8	AA	A	0.38	"
9	A	A	0.45	"
10	A	A	0.59	"
11	A	A	0.60	"
12	A	A	0.53	"
13	A	A	0.48	"
14	A	A	0.63	"
15	A	A	0.56	"
16	A	A	0.55	"
17	AA	A	0.38	"
18	A	A	0.60	"
A	A	A	0.94	比 較 例
B	A	B	0.51	"
C	A	B	0.81	"
D	B	A	0.75	"
E	AA	B	0.58	"
F	A	B	0.48	"
G	C	A	0.78	"
H	A	A	0.93	"
I	C	A	0.99	"
J	C	A	0.95	従来例(SUH409L)
K	C	B	0.75	" (18Cr-0.2Ti)
L	B	A	0.70	" (SUS430J1L)

注：(°1) 18MPa以上をAA、15MPa 以上18MPa 未満をA、10MPa以上15MPa 未満をB および10MPa 未満をC とした。  
 (°2) 35 %以上をA および35%未満をB とした。

【0080】表3から明らかなように、各比較例については、以下に列記するように、高温強度、加工性または溶接部のマフラー耐食性のいずれかがそれぞれ劣っている。

【0081】・鋼記号Aは、Siが少なすぎて溶接部のマフラー耐食性が従来例の鋼記号J(SUH409L)なみに悪い。

【0082】・鋼記号Bは、Siが多すぎるため加工性が悪い。

・鋼記号Cは、Tiが過剰に含有されているため、鋼記号Dは、Mnが過剰に含有されているため、ともに溶接部の

マフラー耐食性が従来例の鋼記号K(18Cr-0.2Ti)より悪い。

・鋼記号Eは、Nbが過剰なため加工性が悪く、かつコスト高ともなる。

・鋼記号Fは、Niが過剰なため加工性が悪い。

・鋼記号Gは、SiとNbが過小であり高温強度および溶接部のマフラー耐食性のいずれもが悪い。

・鋼記号Hは、Tiを積極的に添加していなくその含有量が微量であるため溶接部のマフラー耐食性が悪い。

・鋼記号Iは、Ti単独添加鋼で、Nbとの複合添加でないため、高温強度および溶接部のマフラー耐食性が著しく

悪い。

【0083】一方、従来例において、鋼記号J (SUH409L) は、高温強度および溶接部のマフラー耐食性ならびに母材でのマフラー耐食性に劣り、鋼記号K (18Cr-0.2Ti) は、加工性および溶接部のマフラー耐食性のいずれもが悪く、鋼記号L (SUS430J1L) は、溶接部のマフラー耐食性に劣っている。

【0084】これらの比較例および従来例に対し、この発明の適合例の鋼符号1~18は、いずれも、高温強度は従来材 (SUS 430 J1L) 以上の値を示し、かつ溶接部のマフラー耐食性も従来例 (18Cr-0.2Ti) 以上の優れた特性を示し、さらに加工性も従来材 (SUS 430 J1L、18Cr-0.2Ti) 以上の特性を示している。加えて、この発明の適合例は、従来例のSUS 430 J1L や18Cr-0.2Tiに比し低Crであるので、より安価である。

【0085】なお、母材のマフラー耐食性において、これら鋼記号1~18の適合例は従来例の18Cr-0.2Tiより劣っていた。しかし、実用上問題となるのは最も腐食の激しい部分すなわち溶接部である。したがって、これらの適合例は18Cr-0.2Tiの溶接部のマフラー耐食性より優れていることから、適合例で製作されたマフラーは18Cr-0.2Ti製マフラーより優れた耐久性を有しているといえる。

【0086】以上のように、この発明の適合例は、自動車排気系のうち、従来の高温用部材 (SUS 430 J1L) と同等以上の耐熱性と、従来の低温用部材 (18Cr-0.2Ti) 以上

の溶接部のマフラー耐食性とを有し、さらに上記の各従来材以上の加工性を兼ね備えており、加えてこれら従来例より低Cr化されているので経済的にも有利であることは明らかである。

【0087】

【発明の効果】この発明は、エンジン排気部材用として、高温側にも低温側にも適用できる低Cr化したTi-Nbの複合添加のフェライト系ステンレス鋼であって、この発明によれば、従来材以上の耐熱性、加工性および溶接部のマフラー耐食性に優れる鋼材を安価に提供することが可能となり、特に、高温強度や酸化性、加工性および特種な腐食環境での耐食性が要求され自動車エンジン排気系のエキゾーストマニホールド、フロントパイプ、コンバーターの外筒、センターパイプおよびマフラー等のいずれの部材にも有利に適用でき、従来材以上の優れた特性を発揮できる。

【0088】また、火力発電システムの排気経路部材も自動車エンジン排気部材と同様な特性が要求されるので、この用途にも極めて有利に適用可能である。

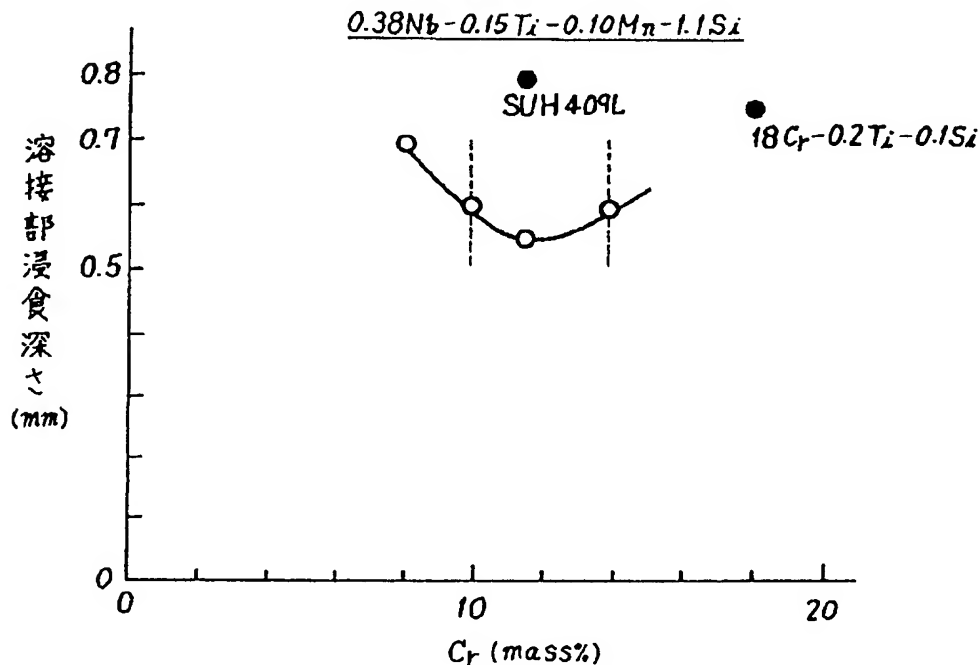
【図面の簡単な説明】

【図1】Cr含有量と溶接部浸食深さとの関係のグラフである。

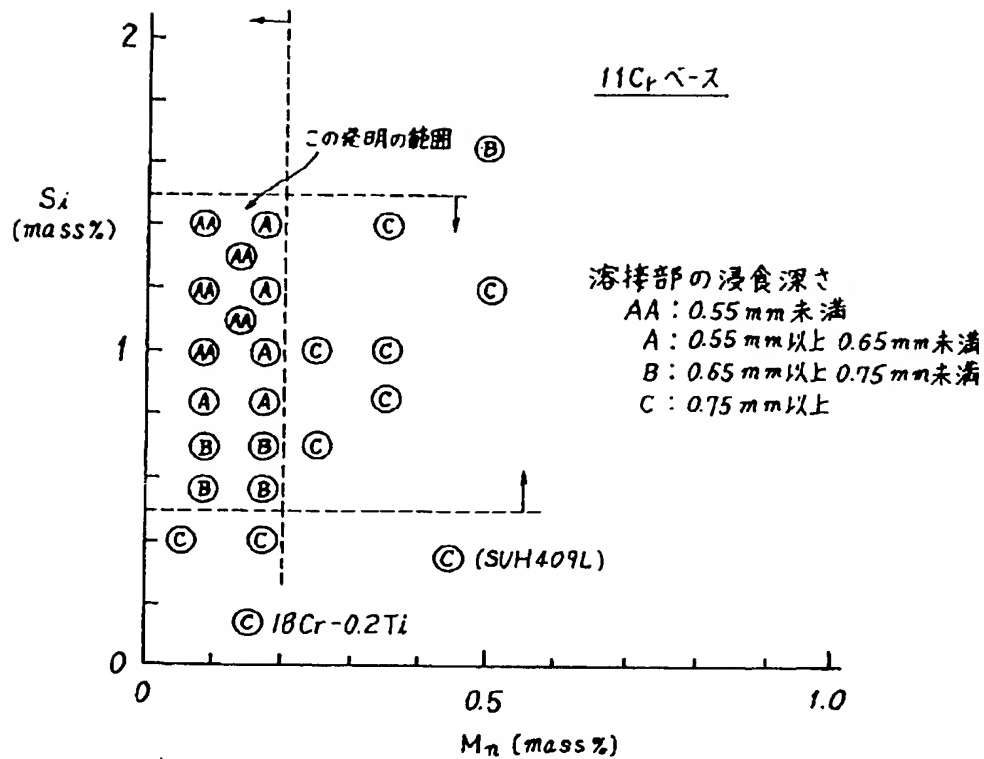
【図2】Si含有量およびMn含有量と溶接部浸食深さとの関係のグラフである。

【図3】腐食試験方法を示す説明図である。

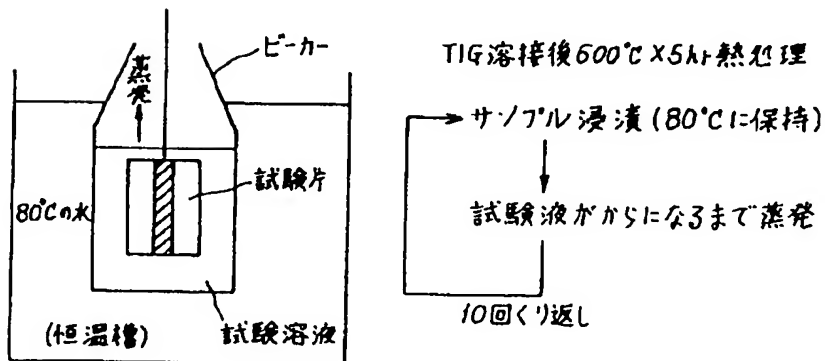
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72) 発明者 石井 和秀  
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
 鉄株式会社技術研究所内

(72) 発明者 佐藤 進  
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
 鉄株式会社技術研究所内